

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛。
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申 請 日：西元 2003 年 01 月 23 日
Application Date

申 請 案 號：092101487
Application No.

申 請 人：財團法人工業技術研究院
Applicant(s)

局 長
Director General

蔡 練 生

2003. 4. 23
發文日期：西元 ____ 年 ____ 月 ____ 日
Issue Date

發文字號：
Serial No. 09220404390

發明專利說明書

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：_____ ※IPC分類：_____

※ 申請日期：_____

壹、發明名稱

(中文) 虹膜抽取方法

(英文) Iris extraction method

貳、發明人(共 1 人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文) 鄭勝文

(英文) Jeng Sheng-Wen

住居所地址：(中文) 新竹縣竹北市新興路 242 巷 11 弄 10 號

(英文) No. 10, Alley 11, Lane 242, Shinshing Rd., Jubei City, Hsinchu

國籍：(中文) 中華民國 (英文) R.O.C.

參、申請人(共 1 人)

申請人 1 (如發明人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文) 財團法人工業技術研究院

(英文) Industrial Technology Research Institute

住居所或營業所地址：(中文) 新竹縣竹東鎮中興路四段一九五號

(英文) No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd.,

Chutung, Hsinchu

國籍：(中文) 中華民國 (英文) R.O.C.

代表人：(中文) 翁政義

(英文) Cheng-I Weng

肆、中文發明摘要

本發明係有關一種虹膜抽取方法，其先於一人臉影像中定義二搜尋區域；並使用可變樣板比對技術及一能量函數，以分別計算出位於搜尋區域中之像素點在不同假設圓形樣板中所具有的能量值；接著在同一假設半徑中，將能量值大於門檻值所對應之像素點記錄為候選虹膜，且將具有最大能量值之像素點記錄為第一候選虹膜；再來於搜尋區塊中找出具有關連性之配對虹膜，以將其中具有最大能量值之下方候選虹膜記錄為第二候選虹膜；並由第一及第二候選虹膜中選出最佳候選虹膜；最後將所有假設半徑中、具有最大能量值之最佳候選虹膜指定為人臉中之虹膜。

五、英文發明摘要

The present invention relates to an iris extraction method. At first, the method defines two search regions in a face image. Then, deformable template match (DTM) algorithm and an energy function are used to measure the energy of each pixel with different hypothetical circle templates within the search region respectively. Pixels having energy using the same hypothetical radius greater than a threshold are recorded as iris candidates, wherein pixel having the maximal energy is recorded as first iris candidate. Further, it detects associated iris pairs (eyebrow/iris candidates) from iris candidates in each search region, records the lower iris candidate having the maximal energy of iris pairs as second iris candidate, and selects the best iris candidate from first iris candidate and second iris candidate. Finally, it designates the best iris candidate having the maximal energy of all best iris candidates with different hypothetical radius as the iris in the face image.

陸、(一)、本案指定代表圖爲 第 2 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

流程圖無元件說明。

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式。

無

捌、聲明事項

本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第三款但書規定之期間，其日期為：_____

本案已向下列國家（地區）申請專利，申請日期及案號資料如下：

【格式請依：申請國家（地區）；申請日期；申請案號 順序註記】

1. 無_____

2. _____

3. _____

主張專利法第二十四條第一項優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；日期；案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

【格式請依：申請日；申請案號 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

1. _____

2. _____

3. _____

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

一、發明所屬之技術領域

本發明係關於一種虹膜抽取方法，其適用範圍係應用於人臉辨識之技術領域。

二、先前技術

按，在分析及判斷數位化人臉影像之人臉辨識技術領域中，最基本的需求就是找到影像中的眼睛及其範圍，以利進行後續辨識作業，例如使用全臉部(full face)之人臉辨識即需要粗略的眼睛位置以用於對齊待測影像與參考影像。而隨著資訊科技不斷演進，對於辨識技術精確度的要求也越來越高，例如習知開發出用以判斷眼睛注視方向之辨識技術，這種技術不止需要眼睛中心的正確位置，還必須精確定位出虹膜(iris)位置，用以輔助判斷注視方向，請參閱圖1之眼睛影像1，位於瞳孔11外緣間的環形組織即為虹膜12，虹膜12顏色則因人而異，可能呈現黑色、綠色、藍色、或褐色等，而眼球表面裸露之白色組織則是俗稱之白仁13。

由於虹膜在人臉影像中為圓形深色區域(相對於膚色而言)，因此習知最普遍用以在人臉影像中找出虹膜之作法包括有圓形霍氏轉換(Circle Hough Transform, CHT)法、及圓形之可變樣板比對(Deformable Template Match, DTM)法。

習知作法先藉由在輸入影像中定義出二個大略為眼睛部位之搜尋區域，接著使用一預設之能量函數來計算

搜尋區域中每一像素點(pixel)所具有的能量值，其計算範圍係以像素點為圓心，建構出半徑為 r_i ($i=1 \sim n$, r_n 及 r_1 分別為半徑之上下限)之圓形可變樣板，且能量函數為

$$Eg = \frac{1}{|C|} \oint_C \phi(S) ds + \frac{1}{|A|} \iint_A \psi(a) dx dy, \text{ 其中, } \phi(S) \text{ 為圓形樣板上}$$

圓周某一像素點上之對比強度(edge intensity)， $\psi(a)$ 為圓形樣板範圍內之輸入影像像素點所具有的灰度(gray value)，通常需要由原來輸入之灰度值影像，利用對比運算(例如索貝爾運算子(Sobel operator))來得到對比強度分佈之圖像地圖(edge map)。由於能量值將隨著圓形樣板尺寸的改變而有所差異，因此習知之技術擷取對應於此像素點之n個能量值中，具有最大值的能量值作為此像素點的能量值。之後，再分別自兩個搜尋區域的複數個像素點中，找出具有最大能量值的像素點作為虹膜所在位置，以完成定位虹膜之程序。

然而，在實際應用過程中，一般輸入影像中的虹膜通常只有部分可見，即使眼睛向正前方平視時，也只有大約三分之二的虹膜可見；且在大多數的情況下，虹膜上邊將會被眼皮遮蔽，尤其在眼球轉動或眼睛半閉、斜視時會遮蔽更多的虹膜；再加上取像環境的不確定性(光線不均)及周遭物件(眉毛、眼睛、頭髮等)等局部類似圓形深色區域的影響，導致使用上述方法極易將眉毛或鏡框的局部影像誤認為最佳虹膜位置，顯示習知之虹膜抽取方法仍存在有諸多缺失而有予以改進之必要。

三、發明內容

本發明之主要目的係在提供一種虹膜抽取方法，係採用可變樣板比對(DTM)技術，並改善強化能量函數及量測值計算方式，俾能從數位化人臉影像中精確判斷出眼睛虹膜的位置及大小。

本發明之另一目的係在提供一種虹膜抽取方法，係將所挑選出位於影像搜尋範圍內之候選虹膜加以配對、挑選，以確認虹膜之精確位置，俾能大幅降低因異物而干擾辨識結果之情形。

為達成上述之目的，於本發明所提出之虹膜抽取方法中，首先係於一人臉影像中，定義二搜尋區域，其中每一搜尋區域係大略位於眼睛之部位且範圍大略涵蓋眼睛與眉毛，且每一搜尋區域係用以定位一虹膜之位置；接著，使用可變樣板比對技術及一能量函數，分別計算出搜尋區域中像素點所具有之能量值，其係分別以每一像素點為圓心，並根據介於一上限半徑及一下限半徑間之複數個假設半徑來建構出複數個假設圓形樣板，以計算出上述假設圓形樣板在人臉影像上所具有之能量值；且在同一假設半徑中，將分別儲存大於一預設門檻值之能量值及其對應之像素點、及所使用之假設半徑，並將上述像素點指定為候選虹膜，再將上述像素點中具有最大能量值之像素點記錄為第一候選虹膜；再來，在同一搜尋區塊中，將兩兩比對候選虹膜，以找出具有關連性之配對虹膜，並比對上述配對虹膜中位於下方之候選虹膜之能量值，以將具有最大能量值之候選虹膜記錄為第二候選虹膜；若第一候選虹膜與第二候選虹膜之間距小

於假設距離，則將第二候選虹膜所對應之像素點指定為最佳候選虹膜；最後將找出在所有假設半徑之環境下所指定之最佳候選虹膜中具有最大能量值之最佳候選虹膜，並指定為人臉中之虹膜。其中，若自候選虹膜中，無法找出具有關連性之配對虹膜，則將把第一候選虹膜指定為人臉中之最佳候選虹膜，被指定之最佳候選虹膜之中心點與半徑即為最後所要之結果。

四、實施方式

為能讓 貴審查委員能更瞭解本發明之技術內容，特舉一較佳具體實施例說明如下。

請參閱圖2之流程圖，並請一併參閱圖3人臉影像之示意圖。首先影像處理裝置係使用習知臉部偵測(face detection)技術得到人臉影像3範圍，同時粗略定位出眼睛E1及E2的位置，本實施例根據眼睛E1,E2位置來分別定義出兩個長度為0.8倍兩眼間距 d_e (即 $0.8 \times d_e$)、寬度為0.6倍兩眼間距 d_e (即 $0.6 \times d_e$)之搜尋區域R1,R2(步驟S201)，俾利影像處理裝置於搜尋區域R1及R2中，分別定位出虹膜的位置。

由於虹膜大略係呈圓形，因此本實施例係使用可變樣板比對(DTM)技術以定義出如圖4所示之圓形可變樣板，並分別套用於搜尋區域R1及搜尋區域R2的每一個像素點中，以根據一能量函數來計算出各像素點所具有的能量值(步驟S202)。本實施例之假設圓形樣板 D_n 之假設半徑 r_n 係介於一下限半徑 r_1 及一上限半徑 r_2 間，於本例中，下限半徑 r_1 係為0.08倍之兩眼間距 d_e (即 $r_1 = 0.08 \times d_e$)、上

限半徑 r_2 為 0.13 倍之兩眼間距 d_e (即 $r_2 = 0.13 \times d_e$)。當以座標值為 (x_i, y_i) ($i \in R1$ 或 $R2$) 之像素點 P 為基準時，將可建構出複數個尺寸介於下限圓形樣板 D_1 及上限圓形樣板 D_2 之間之假設圓形樣板 D_n 。因此，每一像素點將會根據能量函數而分別計算出在複數個不同圓形樣板下所具有的能量值：

$$E_g = \frac{1}{|C|} \oint_C \phi(S) ds ,$$

當中， C 為假設半徑 r_n 之圓周， ds 為沿著假設圓形樣板 D_n 之圓周的增量， $\phi(S)$ 為位於圓周上之一取樣點之量測值， $|C|$ 為假設圓形樣板 D_n 之圓周長。

而關於每一取樣點量測值 $\phi(S)$ 之定義請參閱圖 5 所示，本實施例取樣點 S 之量測值為 $\phi(S) = 1.5\phi_e(S) + \phi_g(S)$ ，其中， $\phi_e(S) = w(s)(g_o - g_i)$ 為假設圓形樣板 D_n 圓周之內外對比強度之量測值， $\phi_g(S) = 0.1 \times (255 - g_i)$ 為假設圓形樣板 D_n 圓周內圈黑暗程度之量測值，且 g_i 及 g_o 為長度為假設半徑 r_n 之掃描線(其中點座落於圓周上)之內外部分影像灰度平均值， $w(s)$ 為目前取樣點 S 之權重係數， $\phi(S)$ 則為 $\phi_e(S)$ 及 $\phi_g(S)$ 之權重和。

於本實施例之能量函數中，其積分方式係為沿著假設圓形樣板 D_n 下半部圓周(即從角度 0° 到 180°) 每隔 22.5° 取樣一點(即增量為 22.5°)來計算量測值 $\phi(S)$ ，而 E_g 則為九個取樣點($(180 \div 22.5) + 1 = 9$)之量測值 $\phi(S)$ 的累加和。需注意的是，由於 $w(s)$ 為考量取樣點重要性之權重係數，因此

在同一假設圓形樣板 D_n 上的各取樣點，將會被賦予不同的權重值，較佳係於水平方向給予較高的權重值，而在垂直方向由於虹膜上下緣可能被眼瞼所覆蓋，故將給予較低的權重值。而定義出如圖6所示之權重值，其在水平方向(X軸)上的兩個取樣點之權重係定義為『0.2』，而越靠近垂直方向(Y軸)之取樣點即定義越小的權重值，其中，權重值定義將會隨著取樣點數量的改變而有所不同，且在同一個假設圓形樣板 D_n 中、全部取樣點所對應的權重值總和為『1.0』，因此在能量函數中的 $|C|$ (正規化除數)亦設定為『1.0』。

當影像處理裝置計算出所有位於搜尋區域 R_1 及 R_2 內之像素點在各種假設圓形樣板 D_n 下所具有的能量值之後，將分別對每一相同之假設半徑 r_n 在不同像素點上所具有之能量值進行處理。其係分別將每一種長度之假設半徑中，大於一預設門檻值(threshold)之能量值、及其對應的像素點儲存起來，並將其指定為候選虹膜(iris candidates)(步驟S203)；且將上述能量值大於門檻值之像素點中，具有最大能量值之像素點記錄為第一候選虹膜(步驟S204)。

接著將於前述候選虹膜中進一步搜尋出具有關連性的配對虹膜(步驟S205)，因為在人臉影像3中，除了虹膜之外，尚包括例如鏡框、眉毛、或頭髮等類似的深色區塊，有可能影響辨識結果，因此將藉由兩兩比對候選虹膜來找出上下間彼此具有關連性的配對虹膜，其有可能是人臉影像3中之眉毛/虹膜、鏡框/虹膜、頭髮/眉毛、或

虹膜/眼袋等組合，需注意的是，本實施例之影像處理裝置係假定在每一組配對虹膜中，位於下方的候選虹膜為可能的虹膜位置。

於步驟S205中，比對候選虹膜以找出配對虹膜之詳細步驟請參閱圖7之流程圖。首先，將自同一搜尋區域中擷取出二候選虹膜之像素點座標值(步驟S701)，例如二候選虹膜分別對應於像素點 P_1 及 P_2 ，且座標值分別為 (x_1, y_1) 及 (x_2, y_2) ；若 P_2 位於 P_1 下方(Y軸)，且兩者相距在 $2.0 \times r_n$ 至 $6.0 \times r_n$ (即預設垂直間距)內(步驟S702)；又， P_2 與 P_1 之X軸相距在 $2.0 \times r_n$ (即預設水平間距)以下時(步驟S703)，將把上述二候選虹膜指定為配對虹膜(步驟S704)。反之，若所擷取之二候選虹膜無法滿足步驟S702及步驟S703之條件，則表示這兩個候選虹膜不具關連性，因此不需指定為配對虹膜(步驟S705)。當然上述預設垂直間距及預設水平間距之距離並不限於上述之長度，亦可由設計者依照需求而自行定義。

因此，在搜尋完配對虹膜後，將把配對虹膜中具有最大能量值之下方候選虹膜(即假定之虹膜位置)記錄為第二候選虹膜(步驟S207)。

為了在同一假設半徑 r_n 之環境中，找出最佳的候選虹膜，因此將由第一候選虹膜及第二候選虹膜中，選出一最佳候選虹膜。若第一候選虹膜與第二候選虹膜之間距大於假設間距，例如半徑 r_n (步驟S208)，且第一候選虹膜之能量值大於第二候選虹膜之能量值的特定倍數(例如1.5倍)(步驟S209)，顯示根據配對虹膜所找出之第二候選

虹膜比較不可能為實際的虹膜所在位置，因此將第一候選虹膜指定為在其對應之假設半徑 r_n 環境下的最佳候選虹膜(步驟S210)。反之，於步驟S208中，若第一候選虹膜與第二候選虹膜之間距小於預設半徑 r_n ，顯示第二候選虹膜不但與上方之候選虹膜具有關連性，也與此假設圓形樣板 D_n 中具有最大能量值之第一候選虹膜距離非常接近，因此將把第二候選虹膜指定為在其對應之假設半徑 r_n 環境下的最佳候選虹膜(步驟S212)。

其中，於步驟S206中，若無法找出配對虹膜，則可直接將第一候選虹膜指定為在其對應之假設半徑 r_n 環境下的最佳候選虹膜(步驟S211)。

最後，將在下限半徑 r_1 至上限半徑 r_2 間所找到的複數個最佳候選虹膜中，挑選出具有最大能量值之最佳候選虹膜、並指定為虹膜位置(步驟S213)。因此，根據上述步驟而在人臉影像3之搜尋區域R1及R2中，將可分別指定出如圖8所示之虹膜I1及I2所在位置，且虹膜大小即為最後選定之最佳候選虹膜所對應的假設圓形樣板尺寸。

根據上述之說明，顯示本發明所提出之虹膜抽取方法，係使用圓形之可變樣板比對技術為基礎加以改良，並將傳統可變樣板比對技術中之能量函數與量測值的計算方式重新設計，以定義出簡要強健之計算方式，使其更適合於各種人臉影像狀況下、眼睛虹膜的抽取。此外，為了在非理想人臉影像狀況下從眾多候選虹膜中挑選出真正虹膜，因此亦設計出一種配對虹膜條件比較之方

法，可降低因異物干擾而影響辨識結果之情形，實為一大進步。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

五、圖式簡單說明

圖1係眼睛之示意圖。

圖2係本發明實施例之流程圖。

圖3係本發明實施例人臉影像之示意圖。

圖4係本發明實施例圓形可變樣板之示意圖。

圖5係本發明實施例於假設圓形樣板中擷取量測值之示意圖。

圖6係本發明實施例於假設圓形樣板中所定義權重係數之示意圖。

圖7係本發明實施例兩兩比對候選虹膜之流程圖。

圖8係本發明實施例於人臉影像中所指定虹膜位置之示意圖。

圖號說明

眼睛影像1	瞳孔11	虹膜12
白仁13	人臉影像3	第一搜尋區域R1
第二搜尋區域R2	眼睛E1,E2	兩眼間距d _e
像素點P	假設圓形樣板D _n	下限圓形樣板D ₁
上限圓形樣板D ₂	假設半徑r _n	下限半徑r ₁
上限半徑r ₂	取樣點S	內部灰度平均值g _i

外部灰度平均值 g_o 虹膜 I1,I2

3

拾、申請專利範圍

1. 一種虹膜抽取方法，主要包括下列步驟：

(A) 於一人臉影像中，定義二搜尋區域，其中，每一搜尋區域係大略位於眼睛之部位，且每一搜尋區域係用以定位一虹膜之位置；

(B) 使用可變樣板比對技術及一能量函數，分別計算出該搜尋區域中之像素點所具有之能量值，其係分別以每一像素點為圓心，並根據介於一上限半徑及一下限半徑間之複數個假設半徑來建構出複數個假設圓形樣板，以計算出該等假設圓形樣板在該人臉影像上所具有之能量值；

(C) 於同一假設半徑中，分別儲存大於一預設門檻值之能量值及其對應之像素點、及所使用之假設半徑，並將該等像素點指定為候選虹膜，且將該等像素點中具有最大能量值之像素點記錄為第一候選虹膜；

(D) 於同一搜尋區塊中，兩兩比對該等候選虹膜，以找出具有關連性之配對虹膜，並比對該等配對虹膜中位於下方之候選虹膜之能量值，以將具有最大能量值之候選虹膜記錄為第二候選虹膜；

(E) 若第一候選虹膜與第二候選虹膜之間距小於一假設間距，則將該第二候選虹膜所對應之像素點指定為最佳候選虹膜；以及

(F) 找出在所有假設半徑之環境下所指定之最佳候選虹膜中具有最大能量值之最佳候選虹膜，並指定為虹膜位置。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於步驟(B)中，該能量函數為 $Eg = \frac{1}{|C|} \oint \phi(S) ds$ ，當中，C為該假設半徑之圓周，ds為沿著該假設圓形樣板之圓周之增量， $\phi(S)$ 為位於該圓周上之一取樣點之量測值，|C|為該假設圓形樣板之圓周長。

3. 如申請專利範圍第2項所述之方法，其中，該取樣點之量測值為 $\phi(S) = 1.5\phi_e(S) + \phi_g(S)$ ，當中， $\phi_e(S) = w(s)(g_o - g_i)$ 為該假設圓形樣板圓周之內外對比強度之量測值， $\phi_g(S) = 0.1 \times (255 - g_i)$ 為該假設圓形樣板圓周內圈黑暗程度之量測值，且 g_i 及 g_o 為長度為該假設半徑之掃描線之內外部分影像灰度平均值，w(s)為該取樣點之權重係數， $\phi(S)$ 則為 $\phi_e(S)$ 及 $\phi_g(S)$ 之權重和。

4. 如申請專利範圍第3項所述之方法，其中，該能量函數之積分方式係沿著該假設圓形樣板之下半圓周，每隔N度選取一取樣點來計算 $\phi(S)$ ，該能量函數係為該等取樣點之累加和，w(s)係為該取樣點之權重係數，當中，N係視取樣點個數而定。

5. 如申請專利範圍第4項所述之方法，其中，所有取樣點之權重係數之相加總和為1，且 |C|為1。

6. 如申請專利範圍第4項所述之方法，其係選取 $((180 \div N) + 1)$ 個取樣點。

7. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於步驟(D)中，若無法找出具有關連性之配對虹膜，則將第一候選虹膜所對應之像素點指定為最佳候選虹膜。

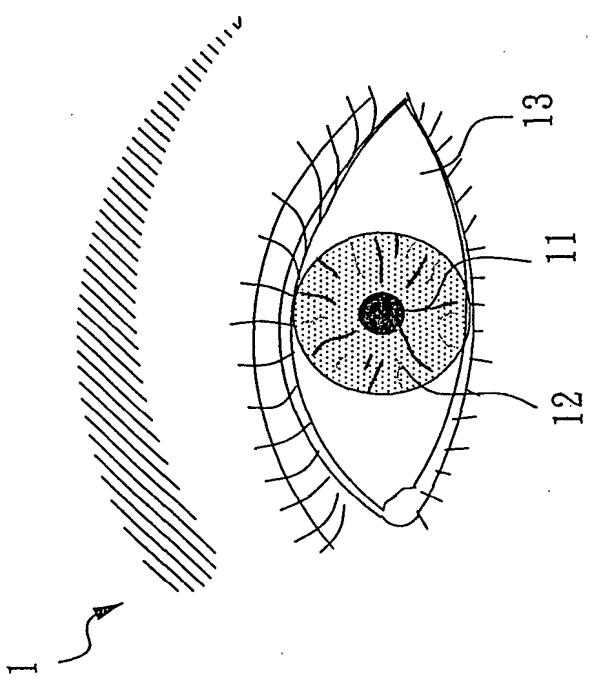
8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於步驟(D)中，係根據下列步驟來兩兩比對該等候選虹膜：

- (D1) 擷取二候選虹膜之像素點座標；
- (D2) 該等候選虹膜之Y軸座標距離係介於一預設垂直間距內；以及
- (D3) 該等候選虹膜之X軸座標距離係小於一預設水平間距。

9. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，於步驟(E)中，若第一候選虹膜與第二候選虹膜之間距大於該假設半徑，則執行下列步驟：

- (E1) 比對該第一候選虹膜之能量值是否大於該第二候選虹膜之能量值一預設倍數，若是，則執行步驟(E2)，否則將該第二候選虹膜指定為該最佳候選虹膜；以及
- (E2) 將該第一候選虹膜指定為該最佳候選虹膜。

圖1



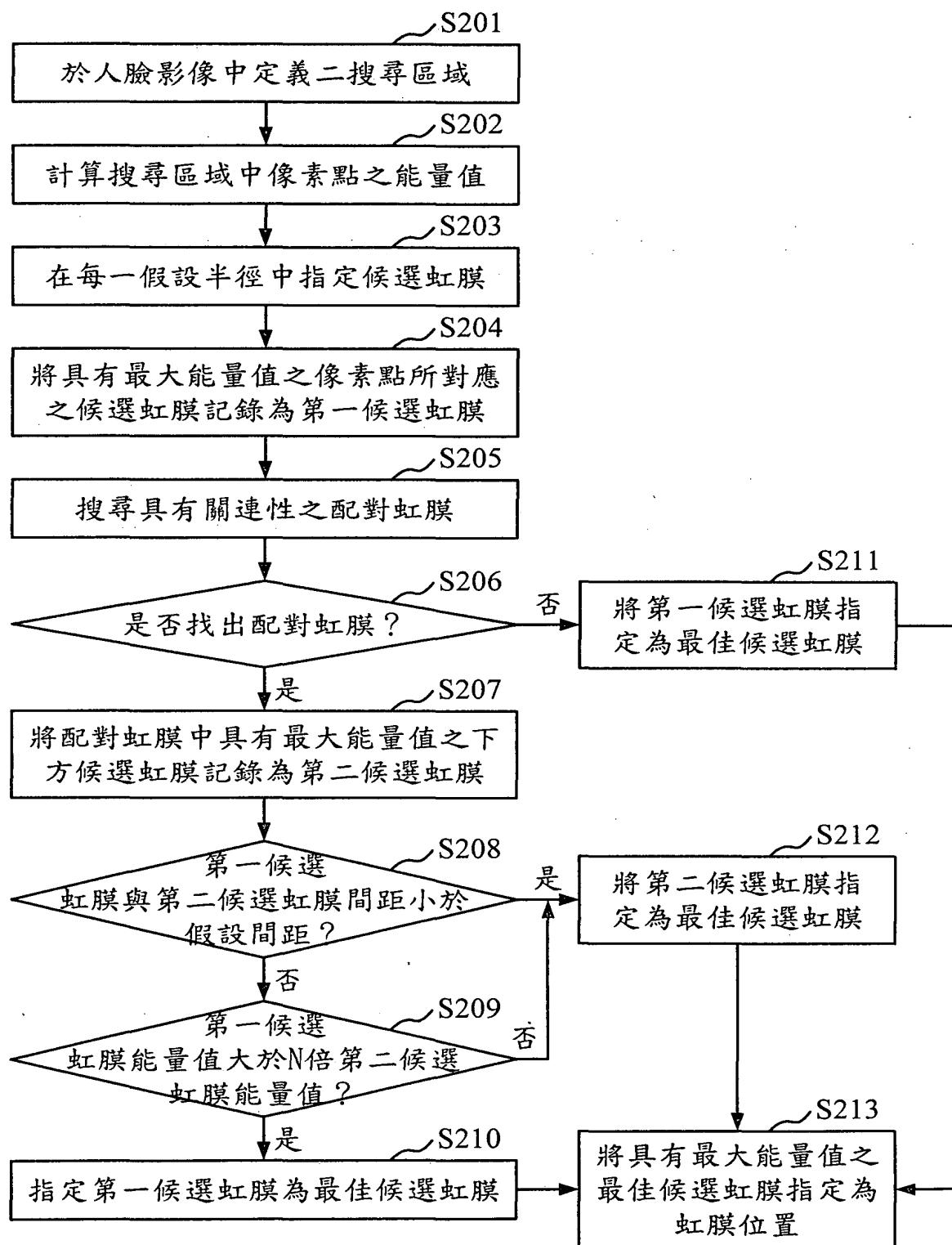


圖 2

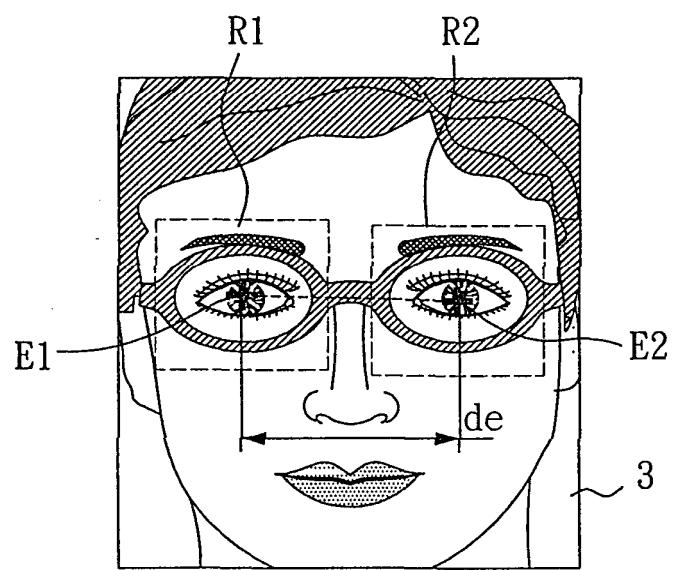


圖3

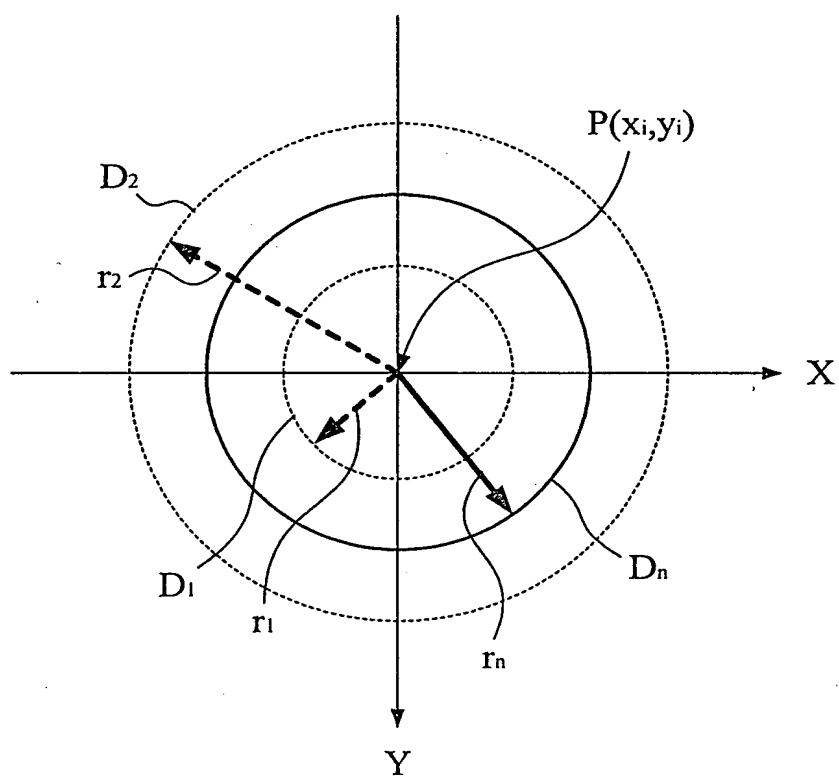


圖 4

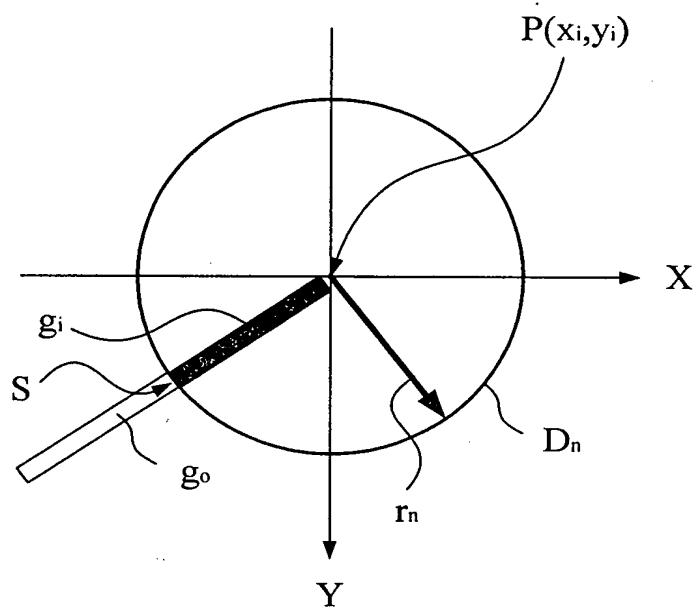


圖 5

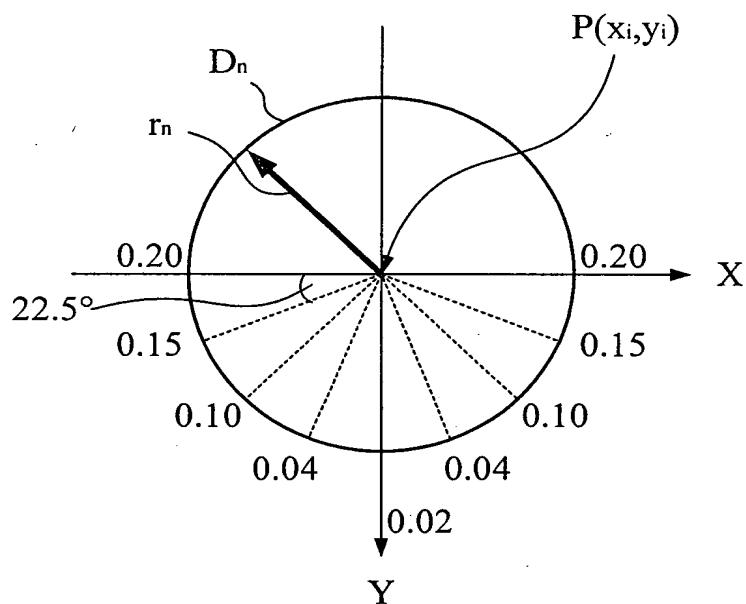


圖 6

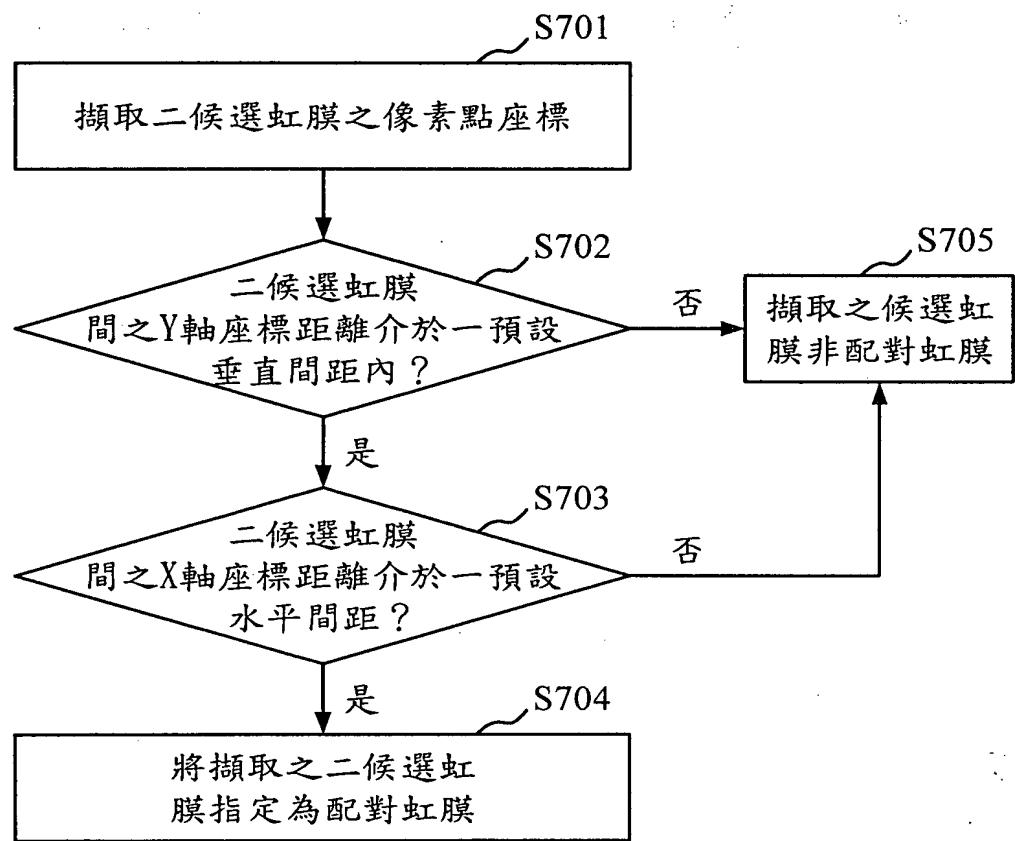


圖 7

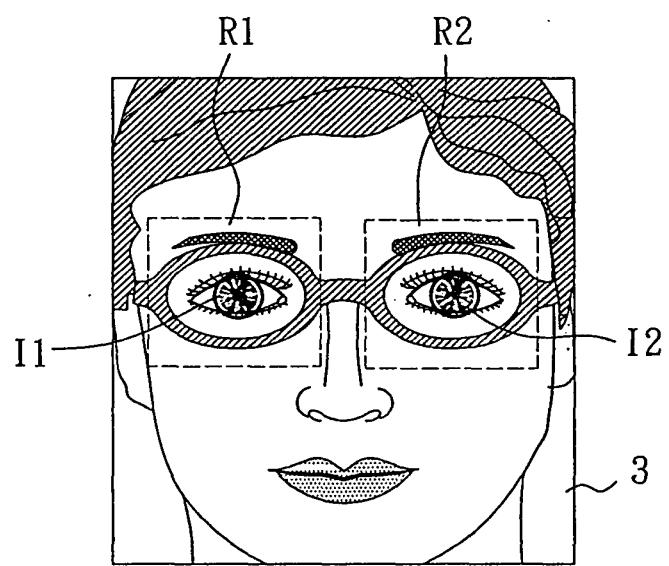


圖 8